

3

DISTANCE MEASURING DEVICE BY CORRELATION METHOD

Publication number: JP53117466 (A)

Publication date: 1978-10-13

Inventor(s): FUKUDA KOUSHIROU

Applicant(s): DENSHI KOUGIYOU KK

Classification:


- international: **G01S13/22; G01S13/28; G01S15/08; G01S15/10; G01S13/00; G01S15/00; (IPC1-7): G01S9/233; G01S9/62; G01S9/68**


- European:

Application number: JP19770031615 19770324

Priority number(s): JP19770031615 19770324

Also published as:

 **JP58006156 (B)**

 **JP1176207 (C)**

Abstract not available for **JP 53117466 (A)**

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

⑨日本国特許庁

⑩特許出願公開

公開特許公報

昭53—117466

⑤Int. Cl.²

識別記号

⑥日本分類

庁内整理番号

④公開 昭和53年(1978)10月13日

G 01 S 9/68

107 B 2

6723—24

G 01 S 9/233

100 C 4

7436—59

発明の数 1

G 01 S 9/62

審査請求 有

(全 4 頁)

⑭相関法による距離計測装置

三鷹市下連雀 6—15—29 電子工業株式会社内

⑮特 願 昭52—31615

⑰出 願 人 電子工業株式会社

⑯出 願 昭52(1977)3月24日

三鷹市下連雀 6—15—29

⑰発 明 者 福田甲子郎

⑱代 理 人 弁理士 白水常雄 外 2 名

明 細 書

1. 発明の名称 相関法による距離計測装置

2. 特許請求の範囲

第 1 の周期的系列信号発振器と、これより基準クロックパルス周波数が僅かにずれた第 2 の周期的系列信号発振器と、上記第 1、第 2 の周期的系列信号発振器出力を乗算して両信号の相関を求める第 1 の乗算器と、被距離測定物体に投射された上記第 1 の周期的系列信号発振器出力により変調された持続波の反射信号と上記第 2 の周期的系列信号発振器出力とを乗算して両信号の相関を求める第 2 の乗算器と、第 1、第 2 の乗算器の出力をそれぞれ微分して相関成立の瞬間を電圧極性の正負の反転点として与える第 1、第 2 の微分回路と、第 1、第 2 の微分回路出力の正負極性の反転点においてそれぞれ第 1、第 2 の零クロス検出パルスを送出する第 1、第 2 の零クロス検出器と、上記第 1、第 2 の零クロス検出パルスによりゲートの開閉が行われ

るゲート回路とを備え、ゲート回路の開放時間が投射持続音波の発射点から被距離測定物体までの距離に比例することを利用して距離計測を行うようにしたことを特徴とする相関法による距離計測装置。

3. 発明の詳細な説明

本発明は相関法による距離計測装置、特に距離算定回路の簡単化に関するものである。

相関法による物体の距離測定方法として、例えば第 1 図(a)のように“0”、“1”の 2 値をとり、周期が $N = (2^n - 1)tc$ (図では次数 $n = 4$ の場合を示す。)の M 系列信号、所謂人為的に作られた周期的な系列信号により変調された持続波を、被距離測定物体に投射する。そしてその反射波を受波復調再生して得られた受波系列信号と、遅延回路を介して得られた送波系列信号との自己相関(送受波系列信号の積)を求めて、相関関係の成立即ち送波より受波までに要する時間差 τ を零とするに必要な、上記送波系列信号の時間遅延

量 τ と音速 V とから距離 l を

$$l = \frac{V\tau}{2}$$

によって求めるものがある。ところでこの場合相関成立のための遅延量 τ を与えるためには、相関器の出力を検知し、 $\tau=0$ のとき生ずる第1図(b)の如き三角状パルス波の頂点位置を検知して遅延回路を制御する必要がある。またこの方法では連続的に変化する距離を測定しようとする場合には、遅延回路の遅延時間を必要な幅だけ繰返しスweepさせる必要がある。しかし従来方法では相関成立の検知に当って三角状パルス波の頂点位置を電圧レベルで検出する方法が用いられているため誤差が多く、また遅延量のスweepも機械的な方法を用いるなど一般に複雑である。また検出された時間遅延量から距離を算出する場合にも、上記の距離算出式に相当する演算回路を用いているため、回路が複雑である難点がある。

本発明は相関成立の検出および遅延時間の距離変換を、簡単かつ高精度で行うことができる回路

3

$$f_c(t) = f_A(t - \tau)$$

を送出する。00および01は第1および第2の乗算器で、第1の乗算器00は第1のM系列信号発振器(3)の出力である $f_A(t)$ と第2のM系列信号発振器(4)の出力である $f_B(t)$ とを乗算して、 $f_A(t)f_B(t)$ の相関関数 $\rho_{AB}(\tau)$

$$\rho_{AB}(\tau) = f_A(t) \cdot f_B(t)$$

を求める。すると乗算器00の出力側には上式を展開した

$$\rho_{AB}(\tau) = 1 - \left(1 - \frac{1}{N}\right) \frac{|r - 4Ntc|}{tc} \\ (4N-1)tc \leq r \leq (4N+1)tc$$

または

$$\rho_{AB}(\tau) = -\frac{1}{N} \quad \text{上記以外の } \tau$$

ここで N : M系列信号の周期 $N = (2^n - 1)tc$

n : 0, 1, 2, 3, ...

τ : 送波より受波までの音波の伝播時間

5

の提供を目的とするもので、次に図面を用いてその詳細を説明する。

第2図は本発明の一実施例を示すブロック系統図で、以下第3図の動作波形図を参照しながら構成各部を説明する。図において(1)(2)は第1,第2のクロック発振器で、(1)(2)の発振周波数は僅かにずらされている。(3)(4)は第1,第2の系列信号発生器で、クロック発振器(1)(2)の出力を基準パルスとして周期的な系列信号、例えば前記第1図で示したM系列信号 $f_A(t)$ 、 $f_B(t)$ を作る。(5)は搬送波発振器、(6)は変調器、(7)は電気音響変換器で、変調器(6)において搬送波発振器(5)の出力をM系列信号発生器(3)からの出力 $f_A(t)$ により変調して、電気音響変換器(7)により被距離測定物体に投射する。(8)は電気音響変換器、(9)は復調器で、電気音響変換器(8)は物体よりの反射波を受波してこれを電気信号に変換し、復調器(9)は系列信号を復調再生して、送波系列信号 $f_A(t)$ より送波より受波までの音波の伝播時間 τ に相当する時間だけ遅れた受波系列信号 $f_c(t)$ 即ち

4

により、第3図(a)の関数出力即ち $\tau=0$ のとき最大値1(相関成立)となり、 $\tau=\pm tc$ で $-1/N$ になるまで直線的に変化し、その他の τ では一定 $-1/N$ となる関数出力を周期 N で繰返し送出するが、ここで $f_A(t)$ と $f_B(t)$ とは前記したように両者のクロックパルス周波数が僅かにずれている。従って相関の成立即ち出力が最大値1となる点は両クロックパルス周波数のビート周波数の $2/N$ に相当する周期毎に現われることになる。一方 $f_A(t)$ と $f_B(t)$ とは同じ系列信号でありそのクロックパルス周波数は僅かにずれているだけであるから、上記相関関数 $\rho_{AB}(\tau)$ は自己相関関数と見做して差支えない。従ってこれからビート周波数の $2/N$ の繰返し速さで、遅延時間 τ を0から $(2^n - 1)tc$ まで繰返しスweepさせて相関を求めたことになる。

次に第2の乗算器01は復調器(9)の出力である受波系列信号 f_c と、第2のM系列信号発振器(4)の出力である $f_B(t)$ との乗算を行って、両者の相関関数 $\rho_{cB}(\tau)$

$$\rho_{cB}(\tau) = f_c(t) \cdot f_B(t)$$

6

を求めるが、こゝで $f_c(t)$ は前記したように $f_A(t-\tau)$ であり、 $f_c(t)$ と $f_B(t)$ のクロックパルス周波数のずれは $f_A(t)$ と $f_B(t)$ 間のずれと同じである。従って第2の乗算器02の出力には、第3図(b)のように送波より受波までの搬送波の伝播時間 τ だけ遅れ、しかも両クロックパルス周波数のビート周波数の $2/N$ に相当する周波毎に相関の成立を生ずる $\rho_{AB}(\tau)$ と同一周波出力が得られることになる。従って結局第1の乗算器01の出力に現われる3角状パルス出力の頂点位置と、第2の乗算器02の出力に現われる3角状パルス出力の頂点位置との間の時間差 τ は、音波投射点から被距離測定物体までの距離に比例したものとなる。次に02および03は第1および第2の微分回路、04および05は第1および第2の零クロス検出回路で、第1第2の微分回路0203は第3図(c)(d)のように第1、第2の乗算器01および02の出力をそれぞれ微分し、第1、第2の零クロス検出回路0405は微分出力が正から負極性に変化する際の零レベル通過の瞬間を検出して、第3図(e)(f)に示す零クロス検出パルス

7

相関関数出力を作りそれぞれの相関成立時生ずる零クロス検出パルスによりゲートを制御して、相関成立点間に相当する電圧幅の出力を求めて距離を測定するものであるので、前記距離算定式の演算回路を用いるものに比べて回路は簡単となる。

なお以上においては系列信号としてM系列信号を用いた例を示したが、L系列など他の公知の系列信号を用いることができるのは勿論、音波の代りに電磁波、光波などの搬送波を用いることもできる。

4. 図面の簡単な説明

第1図(a)(b)はM系列信号波形の一例図、およびM系列信号波形相互の相関関数出力波形図、第2図は本発明の一実施例ブロック系統図、第3図はその回路各部の波形図である。

01, 02を送出する。06はゲート回路、07は基準電圧源、08は積分器で、ゲート回路06は零クロス検出パルス P_{04} によってゲートを開き P_{05} によってゲートを閉じて、この間第3図(g)のように基準電圧源07からの一定電圧を積分器08に加える。従って積分器08の出力にはゲート回路06から得られた電圧時間幅に比例した第3図(h)の電圧出力、即ち第1、第2の乗算器0102のそれぞれの3角状パルス出力の頂点位置間の時間に比例した出力が得られることになり、この電圧値から音波発射から被距離測定物体までの距離を知ることができる。

以上のように本発明では相関法による距離測定において、遅延時間のスweepに周波数ビートによる方法を用い、また相関成立を乗算器の出力に現われる3角状パルス波の微分と零クロス検出によって検知するようにしている。従って前記した従来方法に比べて遅延時間のスweepが簡単となり、また相関成立の検知を簡単正確に行える。また更に本発明では基準の相関を数出力と、これより送波から受波までの伝播時間だけ遅れて生ずる

8

特許出願人 電子工業株式会社

代理人 弁理士 白水 常雄

外2名

9

